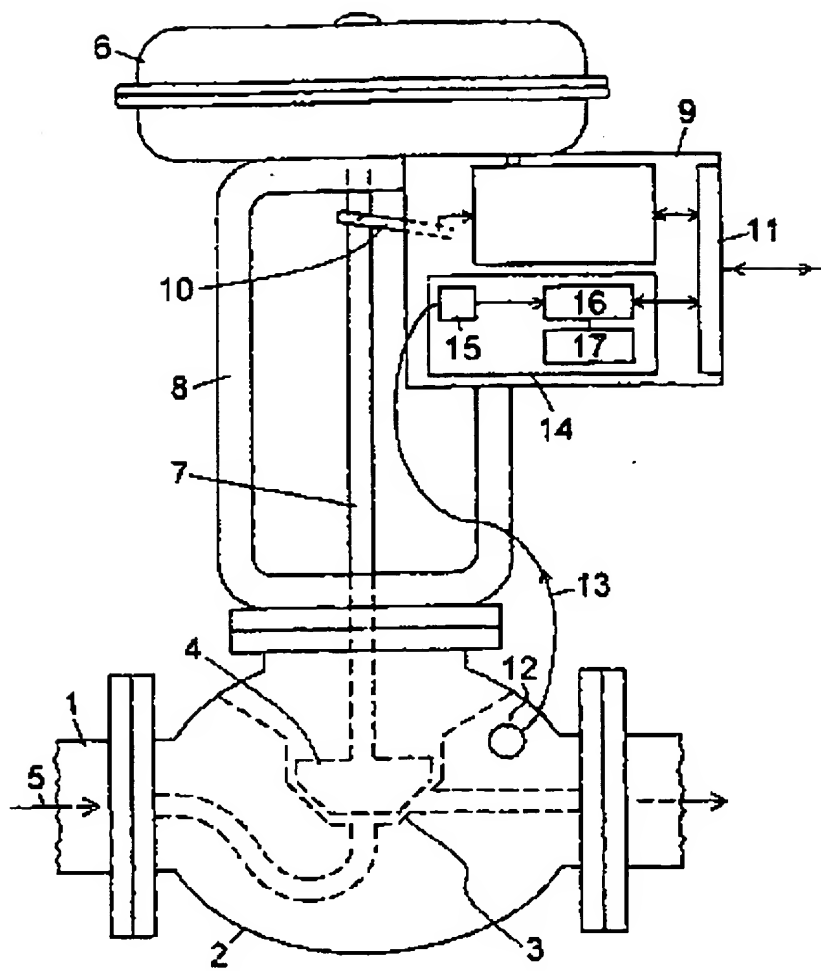


AN: PAT 2001-016521
TI: Diagnosis system for valve using detected noise spectrum
compares noise detected when valve is fully closed with noise
spectrum for partially open valve or previously stored noise
spectrum for closed valve to detect faulty valve seat
PN: WO200073688-A1
PD: 07.12.2000
AB: The diagnosis system is used for a valve (2) operated by a
drive (6) under control of a setting regulator (9), with
detection, recording and evaluation of the valve operating
noise. The noise detected when the valve is fully closed is
compared with the stored noise spectrum for a slightly open
valve, or a previously stored noise spectrum for a fully closed
valve, for detecting a faulty valve seat. The evaluation may be
effected via a fuzzy logic.; USE - Diagnosis system is used for
detecting faulty operation of setting valve, e.g. in pump
circuit. ADVANTAGE - Defective valve seat can be detected when
valve is used in circuit including other noise sources.
PA: (SIEI) SIEMENS AG;
IN: KUMPFMUELLER H;
FA: WO200073688-A1 07.12.2000; **DE19924377**-B4 02.12.2004;
DE19924377-A1 21.12.2000; EP1181474-A1 27.02.2002;
US2002062682-A1 30.05.2002; US6530277-B2 11.03.2003;
EP1181474-B1 17.12.2003; DE50004797-G 29.01.2004;
CO: AT; BE; CA; CH; CY; DE; DK; EP; ES; FI; FR; GB; GR; IE; IT;
LI; LU; MC; NL; PT; SE; US; WO;
DN: CA; US;
DR: AT; BE; CH; CY; DE; DK; ES; FI; FR; GB; GR; IE; IT; LU; MC;
NL; PT; SE; LI;
IC: F16K-037/00; G01L-027/00; G01M-003/08; G01M-007/00;
G01M-013/00; G01N-029/00;
MC: S02-J03X; X25-L01;
DC: Q66; S02; X25;
FN: 2001016521.gif
PR: DE1024377 27.05.1999;
FP: 07.12.2000
UP: 08.12.2004

THIS PAGE BLANK (USP 10)



THIS PAGE BLANK (USP 10)



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 24 377 A 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
G 01 M 7/00
G 01 M 13/00
F 16 K 37/00

⑲ Aktenzeichen: 199 24 377.8
⑳ Anmeldetag: 27. 5. 1999
㉓ Offenlegungstag: 21. 12. 2000

DE 199 24 377 A 1

⑦ Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦ Erfinder:
Kumpfmüller, Hans-Georg, Dipl.-Ing. (FH), 76889
Am Springberg, DE

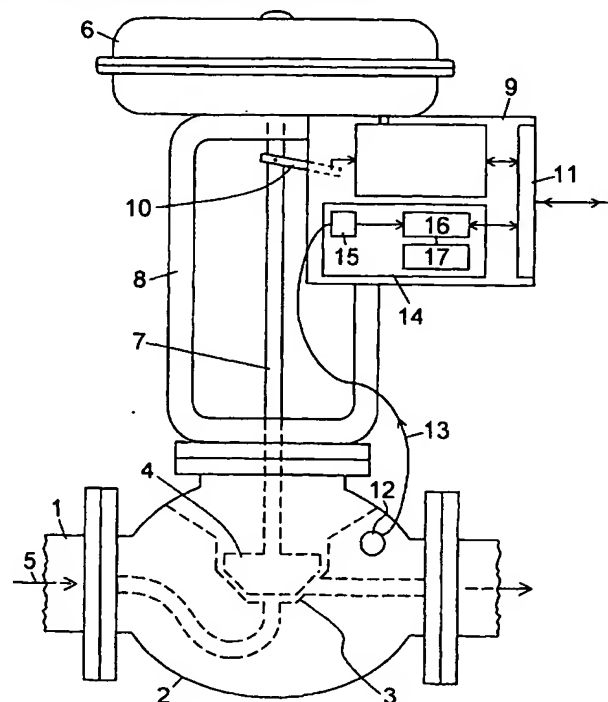
⑤ Entgegenhaltungen:
DE 43 26 343 A1
DD 2 22 962 A1
US 48 96 101
TR Transfer, Nr. 18, 1994, S. 14-16;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤ Diagnosesystem für ein von einem Stellungsregler über einen Antrieb betätigbares Ventil

⑦ Ein Diagnosesystem für ein von einem Stellungsregler über einen Antrieb betätigbares Ventil weist eine Einrichtung zur Erfassung, Speicherung und Auswertung von Körperschallspektren an dem Ventil auf.
Um eine besonders zuverlässige Diagnose an Ventilen zu ermöglichen, ist in der Einrichtung (14) zur Erfassung, Speicherung und Auswertung von Körperschallspektren ein bei geringfügig geöffnetem intaktem Ventil (2) erfaßtes Körperschallspektrum abspeicherbar, wobei das Ventil (2) zu Diagnosezwecken schließbar ist und die Ähnlichkeit des dabei erfaßten Körperschallspektrums mit dem abgespeicherten Körperschallspektrum als ein Kriterium für eine Undichtigkeit des Ventils (2) herangezogen wird.



DE 199 24 377 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Diagnosesystem für ein von einem Stellungsregler über einen Antrieb betätigbares Ventil mit einer Einrichtung zur Erfassung, Speicherung und Auswertung von Körperschallspektren an dem Ventil.

Bei einem derartigen, aus der EP 0 637 713 A1 bekannten Diagnosesystem ist an dem Gehäuse des Ventils ein Körperschallsensor angebracht, dessen Signal einer Einrichtung zur Erfassung und Speicherung von Körperschallspektren zugeführt wird. Bei intaktem Ventil und bei defektem Ventil ergeben sich unterschiedliche Verläufe des Schwingungsspektrums über der Frequenz. Durch Bildung des Flächenintegrals und Vorgabe einer tolerierbaren Abweichung kann ein schadhafes Ventil erkannt werden, wobei sich insbesondere Verschleiß, bedingt durch Korrosion, Kavitation oder Erosion, feststellen läßt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine besonders zuverlässige Diagnose an Ventilen zu ermöglichen.

Gemäß der Erfindung wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß bei dem Diagnosesystem der eingangs angegebenen Art in der Einrichtung zur Erfassung, Speicherung und Auswertung der Körperschallspektren ein bei geringfügig geöffnetem intaktem Ventil erfaßtes Körperschallspektrum abgespeicherbar ist, daß das Ventil zu Diagnosezwecken schließbar ist und daß die Ähnlichkeit des dabei erfaßten Körperschallspektrums mit dem abgespeicherten Körperschallspektrum als ein Kriterium für eine Undichtigkeit des Ventils herangezogen wird. Das Körperschallspektrum von defekten Ventilen hängt nicht nur von dem Ventil selbst, sondern auch von dem durchströmenden Medium, dessen Druck und den Nebengeräuschen beim bestimmungsgemäßen Betrieb, z. B. den Geräuschen benachbarter Pumpen, ab, so daß die Körperschallspektren eines intakten und eines defekten Ventils nicht exakt vorherbestimmbar sind. Jedoch erzeugt ein Ventil in fast geschlossener Stellung ein Körperschallspektrum, das dem eines geschlossenen Ventils mit defektem Ventilsitz sehr ähnlich ist. Bei dem erfindungsgemäßen Diagnosesystem wird daher das bei fast geschlossenem bzw. geringfügig geöffnetem Ventil erfaßte und abgespeicherte Körperschallspektrum als Referenz zur Identifizierung des Körperschallspektrums eines geschlossenen Ventils mit defektem Ventilsitz herangezogen.

Um umgekehrt das Körperschallspektrum eines geschlossenen Ventils mit intaktem Ventilsitz identifizieren zu können, ist vorzugsweise in der Einrichtung zur Erfassung, Speicherung und Auswertung von Körperschallspektren ein bei geschlossenem intaktem Ventil erfaßtes weiteres Körperschallspektrum abgespeicherbar, wobei die Ähnlichkeit des bei zu Diagnosezwecken geschlossenem Ventil erfaßten Körperschallspektrums mit dem abgespeicherten weiteren Körperschallspektrum als ein Kriterium für die Intaktheit des Ventils herangezogen wird.

Die unterschiedlichen Kriterien für die Undichtigkeit des Ventils und für die Dichtigkeit des Ventils können, vorzugsweise durch eine Fuzzy-Verknüpfung, zu einem Ventilzustandssignal verknüpft werden.

Da die in die Körperschallspektren eingehenden betriebsbedingten Nebengeräusche, z. B. Pumpengeräusche, je nach dem Zeitpunkt der Erfassung der Körperschallspektren unterschiedlich sein können, ist vorgesehen, daß bei der Erfassung des Körperschallspektrums für eine bestimmte Ventilstellung jeweils ein zusätzliches Körperschallspektrum bei einer anderen Ventilstellung erfaßt wird und daß das Körperschallspektrum bei der bestimmten Ventilstellung vor seiner Abspeicherung und/oder Auswertung von übereinstimmenden Spektralanteilen des zusätzlich erfaßten Körperschallspektrums befreit wird. Die abgespeicherten bzw.

zur Auswertung gelangenden Körperschallspektren sind dann im wesentlichen von den zufälligen momentanen Nebengeräuschen unabhängig.

Die Einrichtung zur Erfassung, Speicherung und Auswertung von Körperschallspektren ist vorzugsweise integraler Bestandteil des Stellungsreglers, so daß die Diagnose des Ventils über die Datenschnittstelle des Stellungsreglers veranlaßt und das Ergebnis der Auswertung der Körperschallspektren über diese Datenschnittstelle abgefragt werden kann.

Im weiteren wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung erläutert.

In einer Rohrleitung 1 einer nicht weiter gezeigten Anlage ist ein Ventil 2 eingebaut, das durch einen entsprechenden Hub eines mit einem Ventilsitz 3 zusammenwirkenden Schließkörpers 4 den Durchtritt eines Mediums 5 steuert. Der Hub wird durch einen pneumatischen Antrieb 6 erzeugt und mittels einer Ventilstange 7 auf den Schließkörper 4 übertragen. Der Antrieb 6 ist über ein Joch 8 mit dem Gehäuse des Ventils 2 verbunden. An dem Joch 8 ist ein Stellungsregler 9 angebracht, der eingangsseitig über ein an der Ventilstange 7 angreifendes Verbindungsstück 10 den Hub erfaßt, diesen mit einem über eine Datenschnittstelle 11 zugeführten Sollwert vergleicht und ausgangsseitig den pneumatischen Antrieb 6 im Sinne einer Ausregelung der Regeldifferenz steuert.

An dem Gehäuse des Ventils 2 oder mit diesen unmittelbar verbundenen Teilen ist ein Körperschallsensor 12 angebracht, dessen Signal 13 einer Einrichtung 14 zur Erfassung, Speicherung und Auswertung von Körperschallspektren zugeführt wird. Diese Einrichtung 14 ist bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel Bestandteil des Stellungsreglers 9, kann aber auch von diesem getrennt ausgebildet sein.

Die Einrichtung 14 enthält eine Signalaufbereitungsschaltung 15, in der das Signal 13 des Körperschallsensors 12 verstärkt, vorgefiltert und digitalisiert wird. In einer nachgeordneten Recheneinheit 16 wird aus dem aufbereiteten Signal 13 beispielsweise durch Fast-Fourier-Transformation das Körperschallspektrum ermittelt. Dieses kann je nach Anforderung in einem Speicher 17 abgespeichert oder weiter ausgewertet werden, um eine Information über den Zustand des Ventils 2 zu erhalten. Die Erfassung, Speicherung und Auswertung der Körperschallspektren wird über die Datenschnittstelle 11 veranlaßt, über die auch das Ergebnis der Auswertung der Körperschallspektren abfragbar ist.

Wenn von einem intakten Zustand des Ventils 2 ausgegangen werden kann, also z. B. bei der Inbetriebnahme oder nach Austausch des Ventils 2, wird das Ventil 2 in eine fast geschlossene Stellung gesteuert und anschließend das zugehörige Körperschallspektrum erfaßt und abgespeichert. Dieses abgespeicherte Körperschallspektrum ist dem eines geschlossenen aber undichten Ventils sehr ähnlich und dient dazu, bei einer späteren Diagnose des Ventils 2 einen solchen Verschleißzustand des Ventils 2 zu identifizieren. Dazu wird das Ventil 2 in Schließstellung gesteuert und das zugehörige Körperschallspektrum erfaßt. In der Recheneinheit 16 wird das bei Schließstellung des Ventils 2 erfaßte Körperschallspektrum mit dem abgespeicherten Körperschallspektrum verglichen, wobei die Ähnlichkeit beider Körperschallspektren ein Kriterium für die Undichtigkeit des Ventils 2 ist.

Die Ähnlichkeit der miteinander verglichenen Körperschallspektren kann durch unterschiedliche Nebengeräusche beeinflusst sein, die durch unterschiedliche Betriebszustände der Anlage, in der das Ventil 2 eingebaut ist, bedingt sind und mit dem Zustand des Ventils 2 nichts zu tun haben. Um den Einfluß solcher Nebengeräusche auf die Auswertung der Körperschallspektren zu reduzieren, wird bei jeder Er-

fassung eines Körperschallspektrums für eine bestimmte Ventilstellung ein zusätzliches Körperschallspektrum bei einer anderen Ventilstellung erfaßt; von dem bei der bestimmten Ventilstellung erfaßten Körperschallspektrum wird anschließend das weitere Körperschallspektrum subtrahiert, so daß für die weitere Auswertung bzw. Speicherung nur noch solche Spektralanteile verbleiben, die im wesentlichen nur von der Ventilstellung abhängig sind. 5

Um neben dem obengenannten Kriterium für eine mögliche Undichtigkeit des Ventils 2 auch ein Kriterium für den intakten Zustand des Ventils 2 zu erhalten, wird bei der Inbetriebnahme das Ventil 2 in einen geschlossenen Zustand gesteuert und ein weiteres Körperschallspektrum erfaßt und abgespeichert; wenn das Ventil 2 später zu Diagnosezwecken in den geschlossenen Zustand gesteuert wird, wird das dabei erfaßte Körperschallspektrum auch mit dem abgespeicherten weiteren Körperschallspektrum verglichen, wobei die Ähnlichkeit zwischen beiden Körperschallspektren als ein Kriterium für die Intaktheit des Ventils 2 herangezogen wird. 20

Patentansprüche

1. Diagnosesystem für ein von einem Stellungsregler (9) über einen Antrieb (6) betätigbares Ventil (2) mit einer Einrichtung (14) zur Erfassung, Speicherung und Auswertung von Körperschallspektren an dem Ventil, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der Einrichtung (14) ein bei geringfügig geöffnetem intaktem Ventil (2) erfaßtes Körperschallspektrum abspeicherbar ist, daß das Ventil (2) zu Diagnosezwecken schließbar ist und daß die Ähnlichkeit des dabei erfaßten Körperschallspektrums mit dem abgespeicherten Körperschallspektrum als ein Kriterium für eine Undichtigkeit des Ventils (2) herangezogen wird. 25 30 35
2. Diagnosesystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Einrichtung (14) ein bei geschlossenem intaktem Ventil (2) erfaßtes weiteres Körperschallspektrum abspeicherbar ist und daß die Ähnlichkeit des bei zu Diagnosezwecken geschlossenem Ventil (2) erfaßten Körperschallspektrums mit dem abgespeicherten weiteren Körperschallspektrum als ein Kriterium für die Intaktheit des Ventils (2) herangezogen wird. 40
3. Diagnosesystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kriterien, vorzugsweise durch Fuzzy-Verknüpfung, zu einem Ventilzustandssignal verknüpft werden. 45
4. Diagnosesystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Erfassung des Körperschallspektrums für eine bestimmte Ventilstellung jeweils ein zusätzliches Körperschallspektrum bei einer anderen Ventilstellung erfaßt wird und daß das Körperschallspektrum bei der bestimmten Ventilstellung vor seiner Abspeicherung und/oder Auswertung von übereinstimmenden Spektralanteilen des zusätzlich erfaßten Körperschallspektrums befreit wird. 50 55
5. Diagnosesystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung (14) zur Erfassung, Speicherung und Auswertung von Körperschallspektren Bestandteil des Stellungsreglers (9) ist. 60

